



# 衰老研究 —环境卫生的未来

在生育高峰出生的一代正在迅速成为年老的一代，老龄化已是当今的现实趋势。非生产人口研究中心的资料显示，65岁以上的老人在1900年仅占总人口的4.1%。这个数字到1950年已翻了一番，在1997年达到13%，而到2030年预计将达到20%。尽管老年人口比例正在扩大，但是老年人群并未得到许多环境卫生学家们的重视。他们常将年长者笼统归为“易感人群”这一类，而将儿童的环境卫生问题作为他们关注的中心。

但这种状况已在改变。在某些情况下，对儿童的关注已引起了人们对他们祖父母的注意。美国环保局的前任官员Christie Whitman在对儿童健康的科研项目作了简要的指示后，向她的职员们询问环保局目前为年长者做了哪些工作，得到的回答是正在做一些仅间接与老年人有关的零散研究。由此，引出了环保局2002年10月提出的衰老研究的提案，旨在研究老年人面临的环境对其健康的危害及其他一些问题。在一些大学和美国其他联邦机构中，研究人员也在探索空气和水的污染物、阳光辐射和工业化学物对

衰老进程的影响等课题。

作为衰老研究提案的一部分，美国环保局在2003年4月和5月间，在全美举办了6次公众座谈会。与会者讨论了与老年人相关的重要环境问题，发言者来自各地方政府、州政府、联邦机构、一些大学和非政府组织。他们指出科学家和管理者不能将65岁以上的老人笼统地归入一个类别。90岁的老人体力一般不如70岁的老人，而70岁的健康人也有别于患有糖尿病或心脏病的同龄人。发言者提出的另一个挑战性提议是，应将环境因素对老龄化的影响与其他伴随衰老而影响老人健康的因素区分开来。

2002年12月由环保局资助的题为《老年人对环境危害因素的特定易感性》的专题讨论会在美国科学院举行。Mount Sinai医学院儿童健康与环境中心主任Philip Landrigan发言时说，老年人应成为公众关注的对象。他还说，科学家们曾一度将环境评估局限在青年人群，一般而言他们患病比老年人少，也容易研究。现在，随着我们计算能力的提高、生理知识和环境知识的增长，研究不同的年龄组不但已成为可能，而且也是绝对必

要的。

环境对老年人的生活和健康起着复杂的作用。首先，研究表明老年人的主要致命疾病如心脏病、肺病和癌症都会因环境污染而加剧。第二，衰老的机体可能没有足够的能量储备以对付环境对他们的各种冲击。第三，有些科学家怀疑某些污染物可能会潜在地加速衰老过程，例如通过自由基的损害作用。第四，有些毒物在人体内滞留多年，因此寿命长的老人体内可能贮存着高浓度的化学物。最后，老年人很可能曾接触过以前联邦政府环境法未加以限制的有毒化学物。

环保局“衰老研究提案”课题小组的领导人Andrew Geller认为，老年人暴露于何种环境是了解衰老与环境相互作用的重要方面。他说，老年人的独特行为方式及其生活环境是否有可能使他们的暴露水平和类型有别于中青年人，这方面人们还不甚清楚。但是，人体吸收、分布、代谢和排泄化合物的能力则随年龄而改变，这是已知的。因此，相同的暴露水平对老年人和年轻人的影响可能是非常不同的。

过去曾有科学家号召人们注意环境对老

年人的影响。1985年环保局和NIEHS要求美国科学院研究该课题并同时推荐了研究策略。1987年，科学院发表了题为《今日环境与衰老》(Aging in Today's Environment)的报告，但该报告中的建议当时几乎未引起人们的注意。依阿华大学公共卫生学院的流行病学教授、2002年美国科学院学术讨论会副主席Robert Wallace称：“该报告中提出的问题是在当时乃至现在都十分重要的问题”。他协助美国国家研究委员会写了一份报告，其主题为老年工人在卫生与安全的需求，其中涉及了环境暴露问题，该报告在2003年年底发表。

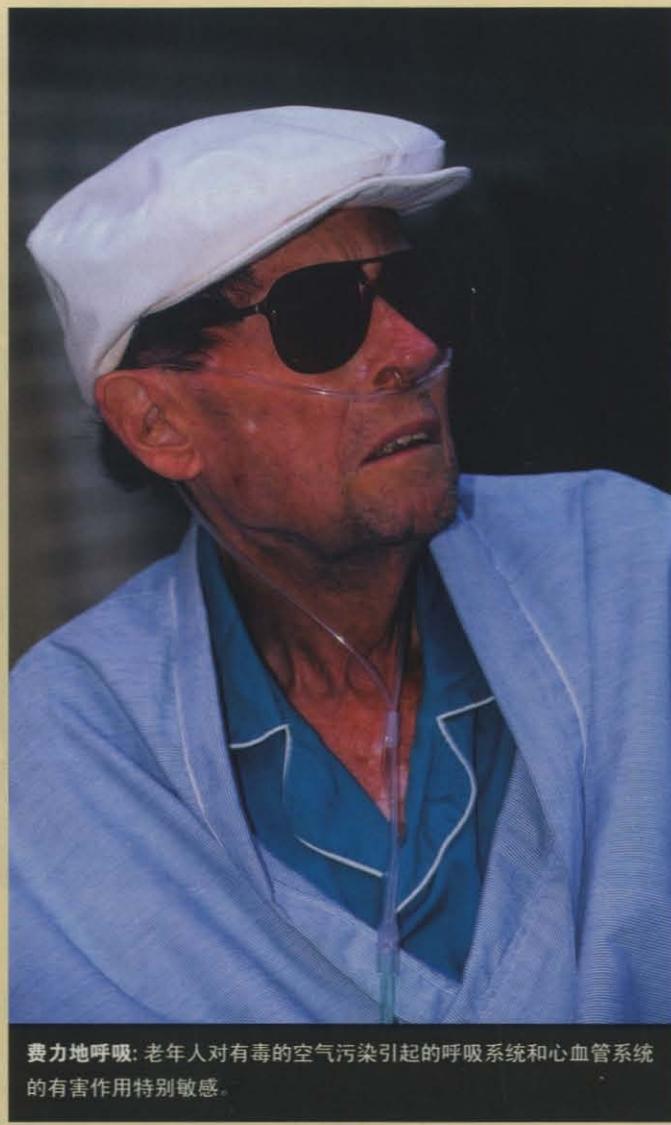
#### 空气暴露

空气污染对老年人的健康是一种危害，因为它会损伤肺功能，而且对心脏也有严重的影响。哈佛大学公共卫生学院的环境流行病学副教授Joel Schwartz指出：“对数百个城口的研究表明，每天空气中颗粒物的变化与每天的死亡率有关联，大多数死亡实际上是由心血管疾病引起的，而不是呼吸道疾病。”因为老年人患心脏病的可能性更大，他们对这类污染物特别敏感。

美国环境卫生科学研究院(NIEHS)环境毒理学部的访问学者Petra J. M. Koken及其同事在他们发表在2003年8月EHP上的论文中写道，对丹佛老年人的研究显示，在空气质量差的时候，因心脏病发作、动脉粥样硬化和肺心病住院的人数明显增加。他们报告说：“二氧化硫可能会延长心律不齐患者的住院天数，而一氧化碳与充血性心力衰竭患者的住院状况有显著关联”。

哈佛大学公共卫生学院环境卫生学助理教授Diane Gold在2002年美国科学院的专题讨论会上发言指出，颗粒物会减慢心率、减少心率波动、降低氧饱和度并影响心功能的一些其他重要指标。她说，老年人对颗粒物所引发的心血管变化比较敏感，因为他们很多人患有心脏病。

但是，受害的不止患病的病人。环保局发表在2003年5月《欧洲呼吸杂志》(European Respiratory Journal)增刊上的一



**费力地呼吸：**老年人对有毒的空气污染引起的呼吸系统和心血管系统的有害作用特别敏感。

项研究指出，一些健康的老人在含有相当浓度颗粒物的实验观察室内停留2小时后，他们的心电图上便会出现有害的变化。

韩国仁荷大学医学院Yun-Chul Hong发表在2002年2月EHP上的一份报告指出，空气污染也会增加中风的风险，特别是对65岁以上的人来说。Hong进一步发现，中风死亡的人数随着颗粒物、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮和臭氧浓度的升高而增加。

Geller说，当空气污染特别严重时，政府建议老年人、儿童和其他易感人群留在室内。而即使在正常的日子里，老年人在户外活动的时间也仅在一小时左右。在室内，老年人则会受到室内空气污染物的“轰炸”，如氡、二手烟的烟雾、一氧化碳、含铅粉尘、蟑螂和尘螨的过敏原、农药、石棉、其他家庭人员带回的工作服上的毒物、喷洒的化学物、消毒剂和建筑材料等。匹兹堡大学

的环境与职业卫生学教授Meryl H. Karol说，这些污染物加重了老年人的哮喘和慢性阻塞性肺部疾病并使它们频繁发作。

虽然空气污染会诱发老年人肺部疾病这一点早已明确，但其所引起的老年人群中哮喘的频繁发作只是最近才渐渐明朗的。加州大学洛杉矶分校公共卫生学院教授Steven P. Wallace在洛杉矶环保局召开的专题讨论会上说，哮喘在儿童中是较为常见的，但老年人的哮喘症状往往很严重。18岁以下的儿童哮喘发病率约为14%，65岁以上老人为10%。但是老年人哮喘症状频率很可能是每天或每周，最后不得不进医院。根据美国肺脏协会(American Lung Association)的资料，65岁及以上老年人中，每年约有5000人死于哮喘。而美国过敏、哮喘和免疫学科学院(American Academy of Allergy, Asthma, & Immunology)的资料则显示，老年哮喘患者通常在患病前曾是吸烟者或有过敏性疾病史。

2002年6月美国肺脏协会的资料概括中提到，吸烟和被动吸烟是所有年龄组，尤其是老年人健康的主要威胁因素，是诱发肺气肿和慢性支气管炎的主要病因。事实上，老年人的主要死因都与吸烟和被动吸烟有关。此资料概括进一步指出，老年吸烟者与不吸烟的同龄人相比，死于心脏病的几率要比后者高出60%。

#### 水的暴露

水处理系统失灵或运转不良会引起肠道疾病，对老年人来说尤其如此。免疫功能衰退使老年人更易患各种感染。波士顿市的杜夫兹大学医学院的Elena N. Naumova及其同事在2003年4月《新发现传染病》(Emerging Infectious Diseases)的报告中指出：“尽管如此，这种敏感性增高的程度远未得到充分的认识”。他们写道，美国大多数关于老年人肠道疾病的前瞻性研究都是在20多年前完成的，当时对今天的病原体几乎一无所知。

Naumova研究小组分析了1993年在密尔瓦基(Milwaukee)发生的隐孢子虫属菌

(*Cryptosporidium parvum*) 对65岁以上老人的影响，这次事件是由于该市的水过滤系统失灵而造成的。该小组报道，年龄每增加10岁，其胃肠道疾病的每日发病率将增加0.44/10万人。与年轻的成年人相比，这种细菌引起老年人患重病的危险性更大。老年人不仅从饮水，而且还会从其他人处受到感染，并且病情发展更为迅速。Schwartz及其同事在2000年1月份的《流行病学与社区卫生》(Journal of Epidemiology and Community Health)杂志上报道，全美65岁以上老年人因饮用受污染的水而患胃肠道疾病住院的占因该病住院人数的9%。

令人惊奇的是，老年人的动脉特别易受水中污染物砷的损害。砷在肿瘤形成中的作用是尽人皆知的；但是研究还表明，水中砷浓度的增高与动脉粥样硬化和血管疾病之间有联系。美国职业安全与卫生研究所的Petia P. Simeonova及其同事在EHP发表文章(EHP 111:14 1744-1748, 2003)，上述联系最早是由1969年一篇关于接触砷的铜冶炼工人的研究文章中首次揭示的。目前人们已确认被砷污染的井水可引起动脉粥样硬化和类似的鸟脚病。该小组报道，有关啮齿类动物的最新研究显示可能涉及的机制是：砷蓄积在心血管组织中，触发血管内皮的炎症。

#### 太阳辐射

即使没有严重的疾病或与有害环境接触，由于细胞分裂期间染色体的末端即端粒发生进行性缩短，生物体也会衰老。但是，体内发生的化学反应也会加速端粒的缩短，例如自由基攻击细胞或葡萄糖分子干扰蛋白质功能。日光在自然衰老过程中也起作用，其作用形式是直接损害DNA以及产生自由基。

波士顿大学医学院皮肤系主任Barbara Gilchrest在2002年美国科学院的专题讨论会上说，长期暴露于日光下可加速与衰老有关的皮肤功能减退，尤其是阳光可减少表皮中的免

疫细胞，即朗格汉斯细胞(langerhans cell)的数量。她说：“皮肤是一种特别的指示性器官，可用来检测环境对其的影响，因为皮肤上永远有阳光照不到的地方，可以用来对照。显而易见，这在检查一个老年人皮肤时可以了解环境造成的影响。”

Gilchrest说，问题的复杂性在于衰老的皮肤不善于修复阳光对DNA的损害。她与其同事从新生儿和老年人阳光照不到的皮肤位置取样，并用日光照射构成结缔组织的皮肤成纤维细胞。结果发现，新生儿的细胞比老年人细胞修复DNA的损伤要快得多，这是由于老年人细胞的修复酶水平降低。该研究发表在2002年5月份的《FASEB杂志》(FASEB Journal)上。

Gilchrest说，众所周知，皮肤癌是太阳暴晒所产生的副作用，在老年人中普遍存在，而事实上皮肤癌主要应归咎于阳光暴

晒。依照美国皮肤病学科学院(American Academy of Dermatology)的资料，美国今年(2003年)将有一百万人以上被诊断为皮肤癌，而在死于皮肤癌的患者中有77%以上死于黑色素癌。皮肤癌的潜伏期长达几十年，因此其患病几率随年龄而增加。Gilchrest说：“在美国50岁以上的男性占有黑色素癌死亡病例的半数以上。”

#### 老年人的体内负荷

老年人常是一个家庭的祖传宝物，往事回忆和文化传统的保留者。然而，那些有害的物质也在不知不觉中储留在他们的体内，这些有毒化学物一旦被人体吸收，就可滞留较长时间。例如铅可在骨骼中贮存几十年，而在妇女体内至少贮存至绝经。绝经后，骨骼开始脱矿物质，铅则从骨头中排入血液，血中铅浓度随之增高。哈佛大学公共

卫生学院职业与环境医学教授Howard Hu及其同事在2003年4月刊的EHP发表了对墨西哥城妇女的最新调查报告，发现绝经后妇女的平均血铅浓度比未绝经妇女高1.98 μg/dl，这使妇女容易患上与铅有关的疾病。

2001年2月份由环保局资助的题为《老龄化与毒性反应问题的探索》(Exploration of Aging & Toxic Response Issues)的研究报告指出，铅暴露可以增加骨质疏松症发生的危险，铅可抑制维生素D、抑制人体从膳食中摄取钙至骨骼中并抑制骨细胞功能等。根据一个致力于推动公众了解骨质疏松症的非营利性组织——国家骨质疏松基金会的资料显示：55% 50岁以上的美国人骨密度较低，他们是发生骨质疏松症的高危人群。该基金会估计2001年美国人直接用在骨质疏松和骨折有关的治疗费用高达170亿美元。

环保局2001年的报告指出，对老年人进行铅中毒的诊断是困难的，因为铅中毒的一些症状常与我们认为老年人常有的症状相似，如睡



**水的烦恼：**老年人在因饮用了被污染的水发生肠道疾病而住院的病人中占了很高的百分比。



**太阳下的岁月：**几十年暴露于阳光紫外线辐射可增加黑色素瘤的发生几率并加重皮肤老化的进程。

眠不好、反应时间延长、易怒和视觉口运动协调受损等。铅的另一种危害是损害肾功能，这会导致有些药物从体内排出的速度明显减慢，其结果致使药物的浓度比预期的要高，从而增加了药物副作用的危险性，这是老年人担心的问题，因为总的说来，他们比年轻人服用的处方药物多得多。

铅、铝、铁、铜、有机氯化合物和烃类化合物等，都与老年人常见的神经退化性疾病如阿茨海默氏症(Alzheimer disease, AD)、帕金森病(Parkinson disease, PD)和肌萎缩性侧索硬化症(amyotrophic lateral sclerosis, ALS)的发病有关。这些疾病的特征是大脑不同部位的神经细胞死亡。在美国科学院的会议上，俄勒冈卫生与科学大学(Oregon Health & Science University)的神经病学教授Peter Spencer指出，正常衰老过程中，可见到除了大脑血流改变外，还有神经细胞丧失和神经递质功能减退，而铅中毒所导致的则远不止这些，铅中毒会使学习速度减慢，

流行病学关于铅与神经退化性疾病有联系的研究相同。

AD是一种非常古老的疾病，它折磨着半数85岁左右的老年人。阿尔茨默病患者的大脑中存在着被称为神经纤维缠结(neurofibrillary tangles)的一些纤维蛋白团块和淀粉样斑块，它们干扰细胞功能，斑块以 $\beta$ -淀粉样蛋白为特征，它是可产生活性氧并广泛损伤脑组织的小分子蛋白。在2002年10月EHP增刊上，波兰Wroclaw大学化学教授Teresa Kowalik-Jankowska及其同事解释，一些重金属也能够促进形成淀粉样斑块，使正常的可溶性蛋白质变成纤维团块。

虽然科学家一般将与高浓度金属接触视为危害健康的危险因素，但马萨诸塞州综合性医院和哈佛大学医学院精神病学副教授Ashley I. Bush认为，大脑中正常水平的铜是代谢所必需的。当我们衰老时，大脑调节铜的正常水平的能力会减弱，使大脑中铜的含

记忆力减退和反应时间延长。

纽约州立大学Albany分校的David O. Carpenter及其同事，在一篇发表于2002年2月份EHP增刊的综述中写道，神经退化性病变的大多数病例好像并没有遗传原因。但是，很可能多种环境因素可以对上述疾病的发生起作用。

Carpenter及其同事指出，职业性铅接触，如电焊、焊锡和电镀使肌萎缩性侧索硬化症发生的几率提高5~8倍。在美国神经病学科学院2000年年会上，Case Western Reserve大学研究人员的另一项研究发现，接触高浓度铅的工人患AD的可能性是其他工人的3倍。Carpenter写道，细胞学研究显示，铅可引起神经细胞受损，这一结果与

流行病学关于铅与神经退化性疾病有联系的研究相同。

量增加。他说，食物中的铜或许不能进入大脑组织，因为食物中的一些蛋白和其他分子可防止铜由胃肠道进入血液。但是Bush指出，溶液中的铜，如水中的铜，可能具有危险性。位于亚利桑那州太阳市的太阳健康研究所高级研究员D. Larry Sparks和在Morgantown市的西弗吉尼亚大学副教授Bernard Schreurs在一篇发表于2003年8月14日《美国国家科学院院刊》(Proceedings of the National Academy of Sciences)的文章(doi:10.1073/pnas.1832769100)中报道，铜溶液与胆固醇混合似乎对健康具有极大危害。

早期的研究显示，喂饲富含胆固醇饲料的家兔形成了与在AD病人相类似的斑块；而且，其中饮用蒸馏水的家兔比饮用自来水的家兔所形成的斑块要少，后来人们发现自来水中含有高浓度的铜。在Sparks和Schreurs的研究中，给高胆固醇的家兔一组饮用富含铜的水，另一组则饮用常规的蒸馏水，结果饮用蒸馏水的家兔产生的斑块和斑块前体要比另一组家兔少得多。此外，接受处理的家兔完成测试任务的成绩要比正常家兔完成得差，该任务是在噪声响起后就有空气吹家兔面部，此时训练家兔闭上眼睛。作者写道，铜与胆固醇联合作用可以阻止大脑本身清除 $\beta$ -淀粉样蛋白。

PD是第二种最常见的神经退化性疾病，仅次于AD。依照美国帕金森病协会提供的资料，在美国超过一百五十万人患PD。他们大多数是60岁以上的老人，虽然PD在较年轻的人群中发病率在逐渐升高。PD患者失去了产生多巴胺的脑细胞，这些脑细胞对于正常的运动功能是十分关键的，但对认知功能的作用略小。NIEHS的神经药理学家Bin Liu及其同事在2003年6月刊EHP中撰文称，尽管帕金森病已很普遍，对它也有几十年不间断的研究，但PD的病因及神经细胞选择性丢失的机制至今仍然未知。

人们猜测多氯联苯和狄氏剂、林丹等农药与PD发病有关，这些物质在一些PD患者的大脑中的浓度很高。Carpenter小组写道，接触农药的人罹患PD的风险高3倍以上。动物试验表明，与农药的大量接触将引起多巴胺耗竭并出现类似帕金森病的行为变化。Liu及其同事写道，PD可能是易受损的多巴胺能系统和遗传因素与环境毒物之间的相互作用，并最终引起大脑炎症的结果。

甲基汞如铅一样，是众所周知的威胁儿

童健康的毒物，但也可以危及风华正茂的成年人，它会阻碍血压的调节和心率的变异，并增加心脏病发生的危险性。这是在2000年国家研究委员会(National Research Council)的《甲基汞的毒理学效应》(Toxicological Effects of Methylmercury)报告中提到的。该报告陈述：“有些研究显示，接触到影响神经发育浓度的甲基汞或低于此浓度，就可损害心血管系统。”

#### 关注老年人

NIEHS将了解环境因素在人类健康与疾病中的作用作为其使命的一部分，他们支持研究人员研究各种环境因子对老年人的损害。NIEHS副院长Samuel Wilson在2002年美国科学院院会上说：“我们关注这个领域已经有一段时间”。他说，研究院已投入了约1千万美元作为课题经费来研究衰老与环境暴露的关系。研究项目特别关注神经毒理学、神经发育、呼吸系统疾病、癌症和其他慢性疾病。

Wilson说，该院对研究引起过早衰老的疾病的课题，如维尔纳综合症，也拨了相当一笔研究经费。“这些遗传性疾病给我们提供了解人体某种运作方式的途径，……为了防止过早衰老，这些运作必须是健全的”。2002年，NIEHS启动了为期5年的2千万元的研究项目，以确定增加PD发病率的环境暴露问题。该项目也将同时支持对预防和治疗PD的研究。

美国老龄研究所(National Institute on Aging)对衰老进行了一项巴尔的摩(Baltimore)纵向研究。这项研究自1958年开始，是美国进行时间最长的关于人类衰老的科学研究所。但研究课题主任Luigi Ferrucci说，该项目也仅是最近才刚刚开始计划深入研究环境健康危害因素对老年人和衰老的作用。

Ferrucci认为环境卫生科学是非常重要的学科，它是研究人类健康的未来；但是它涉及的工作是十分复杂且投资巨大的。他的研究小组将测定1200名成年参与者尿液和血液中的微量元素、铅、铝和多氯芳烃的含

量，并将监测它们的浓度如何随时间而变动。作为衰老研究提案的一部分，环保局在NIEHS和美国衰老研究所的协助下，正在准备明年(2004年)出台一份《全国环境与衰老的议事日程》，它将鼓励人们研究老年人对污染的易感性和易损害性。位于北卡罗来纳州三角区科技园的美国环保局健康与环境效应研究实验室健康部副主任Harold Zenick说：“我们需要更好地了解老年人接触什么

人群服用多种药物，结果大量药物成为环境废弃物而影响环境。环保局鼓励美国老年人作为志愿者参与他们社区环境研究项目。在2004年财政年度里，管理部门要求向老龄研究提案拨款一百万美元以支持环保局内部的研究和公众教育项目。

在环保局的多次公众讨论会上，许多发言者利用这一机会批评环保局削弱了对空气污染的管理和控制，而这对保护老年人的健

康是至关重要的。美国肺脏协会的全国主任委员会主席Anthony Delucia说，“我们不仅非常关注空气污染对健康的损害，同时对环保局在治理污染问题上的不力上感到失望。环保局非但没有对污染严重的发电厂和工业部门提出彻底净化的要求，反而取消了《清洁空气法》中考虑使用新能源以保护环境和人体健康的提案，让污染肆意毁坏老年人的肺”。

佛吉尼亚州阿灵顿市美国化学委员会公共卫生小组负责人Darrell Smith辩解说，现在的政府法规和危险性评定是足以保护老年人免受环境污染物危害的。长期的危险评定和标准测试方法是为了提供信息，从而能持久保护每一个老年人的健康。Smith说：“常用的动物试验如慢性毒性试验和致癌性研究需要将动物长期暴露于环境有害因素。”他认为环保局应将精力集中于教育，例如尽最大的努力教育老年人安全使用化学物品和药物。

从科学杂志、历史资料和网页上检索有关衰老的研究，其结果显示，有关如何减缓衰老过程的课题仍继续受到从严谨的科学家到广告商的关注。在环境健康的领域中，虽然没有人可以承诺他们的研究将保证人们青春永驻，或保护各年龄段的人免遭环境毒物的危害，但它至少可以防止或减少一些老年人的疾病，从而使老年人的寿命得以延长。这种研究进而可以启发社会关注人类活动对环境的长期影响，并为年轻人和老年人创造一个更健康的环境。

—Tina Adler  
译自 EHP 111:A760-765 (2003)



**一个令人疑惑的时代：**环境卫生研究正在不断揭开长期接触化学物及其他因素与晚年患神经退行性疾病之间的联系。

环境因素，身体和功能是如何发生改变的”。Geller说，因为老年人在室内度过的时间相当多，减少老年人群潜在的健康风险的一条途径是通过老年人团体中的保健人员、同龄的志愿者和其他有关人士散发有关如何避免室内环境中已知危害物的宣传资料。

环保局除了在公共卫生方面进行研究和教育，还将通过它的研究提案来调查研究老年人影响环境的独特方式。例如，由于老年